

## 次世代無人化施工システムの開発

～建設技術研究開発助成制度を活用した振動ローラの自律走行の実証～

大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 正会員 宮崎 裕道  
 大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 正会員 青木 浩章  
 大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 正会員 片山 三郎  
 大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 ○正会員 栗原 庸聡

### 1. 目的

国土交通省建設技術研究開発助成制度を活用し、平成24年度から3か年計画で「次世代無人化施工システムの開発」を実施している。大成建設(株)では'94～'97年、センサ類を搭載したトラクターショベルで障害物を避けながら砂山を掘削し、駐機中のダンプトラックに積込む無人走行のシステムを開発している。今回は、近年のMEMS技術及びICT技術を利用し、災害現場における復旧工事等のための無人化施工技術の高度化という観点から開発を行っている。

### 2. 現在の無人化施工の問題点と自律型制御について

現在、長崎県雲仙普賢岳等で行われている無人化施工は、現場からの動画を見て常時操作するモニター依存型のシステムである。モニター情報だけで現場の状況を判断しながら運転を行う必要があるため、高度な運転技術や複数の画像取得のための装置と通信環境が必要となり工法適用の障害となっている。さらに、こういった技術を継承する現場自体も少ないのが現状で、現状のままでは今後も多発する自然災害等を、本工法にて対応する事が厳しくなると目される。そこで、前述の問題解決のため、作業機械に人間の五感に代わるセンサ類を搭載し、作業開始命令を与えれば自ら判断して作業を行う「自律制御技術」を適用した次世代型の無人化施工システムを開発している。

本編は、平成25年度に実証した振動ローラの自律走行について述べるもので、車体中央の屈曲点を関節として操舵するアーティキュレート機構の機械制御に加え、走行中の振動がセンサ類の機械装置や制御にどのような影響を与えるのかが研究の要点であった。

### 3. 振動ローラの自律走行実証について

#### (1) 使用機械とシステムの概要

今回実証に使った振動ローラには、人間の五感に代わる以下のセンサ等の機器を搭載している。(図-1)

- ① 姿勢検出センサ (MEMS型ジャイロ)
- ② 速度検出センサ (ロータリーエンコーダ)
- ③ ステア角度検出センサ (ワイヤー式ポテンショメータ)
- ④ 前方探査センサ (2Dスキャナ)
- ⑤ 車載カメラ
- ⑥ 全周プリズム

実機は、これらセンサ情報等を簡単に制御に反映できるように、油圧弁制御が電子制御型となっている機体として、雲仙普賢岳等で実際に使用している遠隔操作仕様の11t級の振動ローラを使用した。

本システムの構成を図-2に示す。トータルステーション(以下



図-1 振動ローラと搭載センサ

\*センサ類の耐振動性は7G程度を考慮

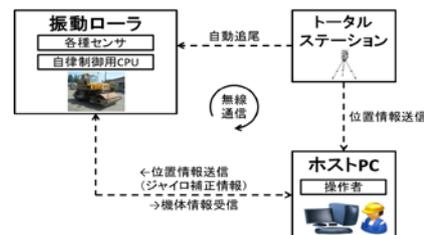


図-2 システム構成図

キーワード 無人化施工, 自律制御, MEMSセンサ, 慣性航法, アーティキュレート機構

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株) 技術センター土木技術開発部 TEL045-814-7219

TS と記), 振動ローラ (11 t 級), ホスト PC で構成されており, 機器間は Wi-Fi で通信を行う. TS はジャイロ補正情報取得のため, 常時測距を行いホスト PC 側に位置情報送信している. 一方, 振動ローラでは自律制御用 CPU にて, 取得したセンサ情報をもとに駆動部の制御量の演算を行い, 更にホスト PC から送信されてくる情報を元にジャイロ補正を演算し, 振動ローラを目標へ自己誘導を行う「慣性航法」にて走行～転圧作業を行う.

図-3 にホスト PC に表示される画面を示す. ホスト PC の表示画面では, 振動ローラによる転圧回数における施工状況および振動ローラの機体情報を表示する. また, 画面上のボタンにて, 振動ローラに自律制御開始命令を送信することができる.

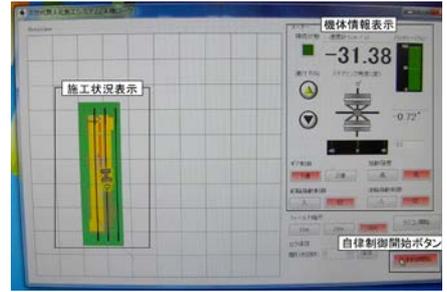


図-3 ホスト PC 表示画面

(2) 検証実験

本システムの自律走行精度を検証するための実験を行った. 以下に設定した施工条件を示す.

- ・ 転圧回数 : 有振動 2 回/レーン ・ レーン長 : 25m
- ・ 転圧路 : 3 レーン ・ 施工ラップ幅 : 0mm
- ・ 走行速度 : 1km/h

(3) 実験結果

図-4 に実証実験の様子を示す. 結果は以下の通りである.

- ・ 自律作業は有振動と無振動とで比較して大差がなく, 搭載センサ類の耐振動性は十分であった.
- ・ アーティキュレート機構の機械制御において, 車体中央が屈曲する際に前後輪間で発生する不規則な挙動は, 演算を工夫し制御することができた.
- ・ 締固め作業において施工重複幅に影響がある隣り合う二つのレーン間の最大離隔は約 400mm 程度であった. 図-5 に走行軌跡を示す.



図-4 実証実験の様子

現在の無人化施工における施工重複幅の基準は 500mm<sup>\*</sup>である. 一方, 本システムにおける施工重複幅に影響がある隣り合う二つのレーンの最大離れは実験結果から 400mm であった. このことから本システムを導入すれば現状 500mm である施工重複幅を減らすことが可能であると考えられ, その結果走行レーン数を減ずることが可能となり施工効率が向上すると考えられる. 図-6 に施工効率向上のイメージ図を示す.

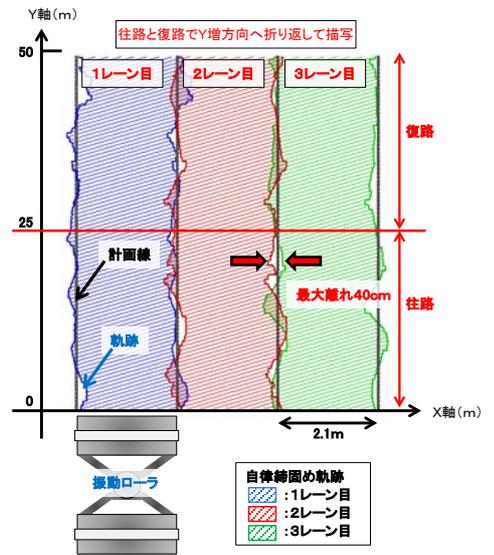


図-5 走行軌跡

\*雲仙普賢岳周辺砂防ダム等特記仕様書等より

4. まとめ

今回の実証で, アーティキュレート機構の建設機械において, 安価な MEMS ジャイロを使用した場合でも, 遠隔操作時と同等以上の走行ができる事を確認した. ただし, 今回は無人施工現役の振動ローラを使ったため, 油圧制御が単純な ON-OFF 制御となっていた. 理想的にはステアリングの油圧シリンダに比例制御を採用すれば, 走行精度の更なる向上が期待できる.

最後に, 本技術開発にあたり技術的な支援を頂いております産官学委員会メンバーに感謝の意を表します.

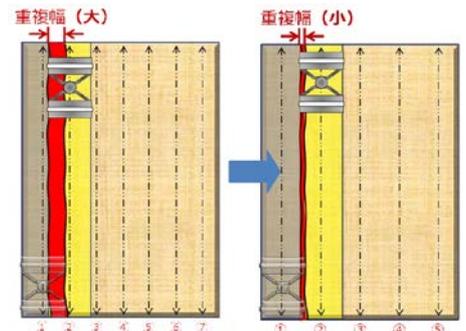


図-6 施工効率向上のイメージ